



Handwritten signatures and initials, including "187" and "13".

# BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION

J1050 U.S. PTO  
10/079877  
02/22/02

## COPIE OFFICIELLE

Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

Fait à Paris, le 12 DEC. 2001

Pour le Directeur général de l'Institut  
national de la propriété industrielle  
Le Chef du Département des brevets

Martine PLANCHE

INSTITUT  
NATIONAL DE  
LA PROPRIÉTÉ  
INDUSTRIELLE

SIÈGE  
26 bis, rue de Saint Petersburg  
75800 PARIS cedex 08  
Téléphone : 33 (1) 53 04 53 04  
Télécopie : 33 (1) 42 93 59 30  
www.inpi.fr

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



26 bis, rue de Saint Pétersbourg  
75800 Paris Cedex 08  
Téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 94 86 54

# BREVET D'INVENTION CERTIFICAT D'UTILITÉ

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI



REQUÊTE EN DÉLIVRANCE 1/2

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 540 W / 260899

REMIS 2018 DATE 26 FEV 2001 LIEU 75 INPI PARIS N° D'ENREGISTREMENT 0102502 NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI DATE DE DÉPÔT ATTRIBUÉE 23 FEV. 2001 PAR L'INPI		Réservé à l'INPI <b>1 NOM ET ADRESSE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE À QUI LA CORRESPONDANCE DOIT ÊTRE ADRESSÉE</b> Cabinet BALLOT 7, rue Le Sueur 75116 PARIS	
<b>Vos références pour ce dossier</b> (facultatif) 015993 VG			
<b>Confirmation d'un dépôt par télécopie</b> <input type="checkbox"/> N° attribué par l'INPI à la télécopie			
<b>2 NATURE DE LA DEMANDE</b>		<b>Cochez l'une des 4 cases suivantes</b>	
Demande de brevet		<input checked="" type="checkbox"/>	
Demande de certificat d'utilité		<input type="checkbox"/>	
Demande divisionnaire		<input type="checkbox"/>	
Demande de brevet initiale N° _____ Date ____/____/____ ou demande de certificat d'utilité initiale N° _____ Date ____/____/____			
Transformation d'une demande de brevet européen Demande de brevet initiale N° _____ Date ____/____/____			
<b>3 TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum)</b> DISPOSITIF D'EXTRACTION DE FREQUENCE.			
<b>4 DÉCLARATION DE PRIORITÉ OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE LA DATE DE DÉPÔT D'UNE DEMANDE ANTÉRIEURE FRANÇAISE</b>		Pays ou organisation _____ N° _____ Date ____/____/____ Pays ou organisation _____ N° _____ Date ____/____/____ Pays ou organisation _____ N° _____ Date ____/____/____ <input type="checkbox"/> S'il y a d'autres priorités, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»	
<b>5 DEMANDEUR</b>		<input type="checkbox"/> S'il y a d'autres demandeurs, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»	
Nom ou dénomination sociale		ALCATEL	
Prénoms			
Forme juridique		S.A. (Société Anonyme)	
N° SIREN		3 . 5 . 1 . 2 . 1 . 3 . 6 . 2 . 4	
Code APE-NAF		7 . 4 . 1 . J	
Adresse	Rue	54 rue de la Boétie	
	Code postal et ville	75008	PARIS
Pays		FRANCE	
Nationalité		FRANCAISE	
N° de téléphone (facultatif)			
N° de télécopie (facultatif)			
Adresse électronique (facultatif)			



# BREVET D'INVENTION CERTIFICAT D'UTILITÉ

REQUÊTE EN DÉLIVRANCE 2/2

REMIS EN POSTE DATE <b>28 FEV 2001</b> LIEU <b>75 INPI PARIS</b>		Réservé à l'INPI	
N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI		<b>0102502</b>	
<b>Vos références pour ce dossier :</b> <i>(facultatif)</i>		015993 VG	
<b>6 MANDATAIRE</b>			
Nom		BALLOT	
Prénom		Paul	
Cabinet ou Société		CABINET BALLOT	
N° de pouvoir permanent et/ou de lien contractuel			
Adresse	Rue	7, rue Le Sueur	
	Code postal et ville	75116	PARIS
N° de téléphone <i>(facultatif)</i>		01 40 67 11 99	
N° de télécopie <i>(facultatif)</i>		01 45 01 98 28	
Adresse électronique <i>(facultatif)</i>			
<b>7 INVENTEUR (S)</b>			
Les inventeurs sont les demandeurs		<input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non Dans ce cas fournir une désignation d'inventeur(s) séparée	
<b>8 RAPPORT DE RECHERCHE</b>		Uniquement pour une demande de brevet (y compris division et transformation)	
Établissement immédiat ou établissement différé		<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
Paiement échelonné de la redevance		Paiement en trois versements, uniquement pour les personnes physiques <input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non	
<b>9 RÉDUCTION DU TAUX DES REDEVANCES</b>		Uniquement pour les personnes physiques <input type="checkbox"/> Requête pour la première fois pour cette invention <i>(joindre un avis de non-imposition)</i> <input type="checkbox"/> Requête antérieurement à ce dépôt <i>(joindre une copie de la décision d'admission pour cette invention ou indiquer sa référence):</i>	
Si vous avez utilisé l'imprimé «Suite», indiquez le nombre de pages jointes			
<b>10 SIGNATURE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE</b> (Nom et qualité du signataire) Paris, le 22 février 2001 BALLOT Paul - 92-1009		VISA DE LA PRÉFECTURE OU DE L'INPI 	

La loi n°78-17 du 6 janvier 1978 relative à l'informatique, aux fichiers et aux libertés s'applique aux réponses faites à ce formulaire. Elle garantit un droit d'accès et de rectification pour les données vous concernant auprès de l'INPI.

## DISPOSITIF D'EXTRACTION DE FREQUENCE

L'invention concerne les systèmes de transmission à fibre optique à multiplexage en fréquence, et plus précisément, l'invention concerne un dispositif permettant d'extraire une fréquence sélectionnée d'un  
5 signal de type multiplex à répartition de fréquence comprenant N fréquences, ainsi qu'un dispositif de commutation de fréquence et de multiplexage à insertion et extraction de fréquence reconfigurable.

L'invention se situe donc dans le contexte des  
10 architectures de commutation optique.

Au niveau des noeuds de commutation optique, arrivent des fréquences identiques transportant des informations différentes, lesquelles sont prévues pour des destinations différentes. Il est nécessaire  
15 d'orienter ces informations vers leurs destinations respectives au niveau du noeud de commutation.

Pour ce faire, les commutateurs optiques doivent mettre en oeuvre des moyens pour assurer l'insertion et l'extraction des canaux optiques.

20 De nombreux multiplexeurs à insertion extraction ou dispositifs de commutation de ce type sont déjà connus dans l'art antérieur.

Notamment, la figure 1 illustre de façon schématique un tel dispositif proposé par NTT pour le  
25 multiplexage à N canaux. Ce dispositif est décrit dans un article intitulé « Integrated Multichannel Optical Wavelength Selective Switches Incorporating and Arrayed-Waveguide Grating Multiplexer and Thermo-optic Switches », paru en avril 1998 dans la publication J.  
30 of Lighthwave Technol., vol. 16, no. 4, pp. 650-655.

Le dispositif montré à la figure 1 comprend un réseau à guides d'onde 3 de type AWG, acronyme pour l'expression anglo-saxonne « Arrayed Waveguide Grating ». Ce réseau à guides d'onde 3 est doté de 2N+2 ports d'entrée référencés de 1 à 2N+2 sur la figure et 2N+2 ports de sortie également référencés de 1 à 2N+2. Un réseau de N commutateurs optiques 2x2  $SW_1$  à  $SW_N$  permet de connecter entre eux les différents ports d'entrée et de sortie du réseau à guides d'onde 3 par l'intermédiaire de lignes de rebouclage 4.

Sur un premier multiplex d'entrée M1, des informations  $i_1, i_2, \dots, i_N$  sont codées respectivement sur les fréquences  $f_1, f_2, \dots, f_N$  et sur un deuxième multiplex d'entrée M2, des informations  $i'_1, i'_2, \dots, i'_N$  sont codées respectivement sur les fréquences  $f_1, f_2, \dots, f_N$ .

Ainsi, les mêmes fréquences  $f_1$  à  $f_N$  véhiculent des informations différentes. Le dispositif cherche alors à extraire une information codée sur une certaine fréquence et à insérer ensuite une autre information sur cette même fréquence.

Typiquement, dans l'exemple de la figure 1, on veut récupérer l'information  $i_2$  codée sur la fréquence  $f_2$  et l'information  $i_N$  codée sur la fréquence  $f_N$  et coder à la place sur ces mêmes fréquences les informations  $i'_2$  et  $i'_N$ .

Le principe de fonctionnement pour cet exemple particulier est basé sur le fait que les fréquences du premier multiplex qui entrent sur le port d'entrée 1 vont se trouver démultiplexées sur les ports de sortie N+3 à 2N+2 et toutes les fréquences du second multiplex qui entrent sur le port N+2 sont démultiplexées vers les ports de sortie 2 à N+1.

Puis, les signaux ainsi démultiplexés sont guidés vers les N commutateurs optiques 2x2  $SW_1$  à  $SW_N$ . Les

signaux avec la même fréquence  $f_i$  issus respectivement des deux multiplex d'entrée M1 et M2 sont envoyés vers le même commutateur  $2 \times 2$   $Sw_i$ . Les signaux de sortie commutés par les N commutateurs  $2 \times 2$  sont alors  
5 rebouclés vers les ports d'entrée du réseau à guides d'onde 3.

Les signaux rebouclés vers les ports d'entrée  $N+3$  à  $2N+2$  d'une part, et les ports d'entrée 2 à  $N+1$  d'autre part, sont automatiquement remultiplexés et  
10 envoyés vers deux ports de sortie du réseau à guides d'onde : les ports de sortie 1 et  $N+2$  respectivement.

Chaque commutateur  $Sw_i$  permet, pour une certaine fréquence  $f_i$ , d'envoyer le signal codé sur cette fréquence  $f_i$  soit vers le premier ensemble de ports  
15 d'entrée 2 à  $N+1$  et plus précisément vers le port d'entrée  $i+1$ , soit vers le deuxième ensemble de ports d'entrée  $N+3$  à  $2N+2$  et plus précisément vers le port d'entrée  $i+N+2$ . Chaque commutateur  $SW_i$  permet donc en fait de changer le port de sortie numéroté 1 ou  $N+2$ ,  
20 sur lequel l'information codée à la fréquence  $f_i$  va être envoyée.

De plus, dans le cas où un seul port d'entrée est utilisé, le dispositif met simplement en oeuvre une fonction d'extraction de fréquence puisque chaque  
25 fréquence composant le multiplex d'entrée peut être envoyée indépendamment sur l'un des deux ports de sortie 1 ou  $N+2$  suivant la configuration adoptée pour les commutateurs.

Cependant, l'élément de routage mis en oeuvre  
30 dans le dispositif de la figure 1, à savoir le réseau à guides d'onde de type AWG, n'est absolument pas optimisé en nombre de canaux. En effet, pour pouvoir traiter N canaux avec une telle architecture, il faut un élément de routage capable de router  $2N+2$  canaux. Le  
35 réseau à guides d'onde est donc surdimensionné

puisqu'il doit comporter  $2N+2$  ports d'entrée et  $2N+2$  ports de sortie pour traiter  $N$  fréquences.

Par conséquent, cela revient approximativement à doubler le nombre de guides d'onde dans le réseau,  
5 rendant ainsi le dispositif complexe et coûteux.

Un autre inconvénient de cette solution est que le dispositif est basé sur l'utilisation de commutateurs optiques  $2 \times 2$ .

10 Dans le cas où les commutateurs mis en oeuvre sont de type thermo-optiques, la vitesse de fonctionnement du dispositif est limitée. En effet, avec des commutateurs de ce type, le dispositif est incapable d'assurer la sélection des informations  
15 codées en fréquence en moins de quelques nano-secondes.

Pour un fonctionnement plus rapide, des commutateurs à base d'amplificateurs optiques peuvent néanmoins être utilisés. Cependant, pour réaliser un commutateur  $2 \times 2$  à base d'amplificateurs optiques, il  
20 est nécessaire de mettre en oeuvre quatre éléments actifs contre deux seulement pour un commutateur thermo-optique. Ainsi, dans l'exemple de la figure 1, dans le cas où une solution rapide est mise en oeuvre à base d'amplificateurs optiques, il faut prévoir  $4N$   
25 éléments actifs, ce qui est pénalisant en terme de consommation.

Donc, quelle que soit la technologie employée, l'utilisation de commutateurs optiques  $2 \times 2$  dans de tels dispositifs ne donne pas satisfaction.

30 Aussi, le but que se propose d'atteindre la présente invention est de prévoir un dispositif compact et rapide capable d'extraire sélectivement une ou plusieurs fréquences d'un signal d'entrée de type multiplex à répartition de fréquence, c'est-à-dire qui  
35 soit capable de transmettre toutes les fréquences



d'entrée à l'exception d'au moins une fréquence sur le même port de sortie et la ou les fréquences sélectionnées sur un autre port de sortie.

L'invention se propose également, en partant de  
5 l'architecture du dispositif d'extraction, de l'étendre à des fonctions plus complexes et notamment, de prévoir un fonctionnement de type multiplexage à insertion et extraction de fréquences reconfigurable ainsi qu'un  
fonctionnement de type commutation de signaux 2x2  
10 reconfigurable qui pallie les inconvénients de l'art antérieur précités.

A cet effet, l'invention prévoit de tirer avantage des propriétés de routage des multiplexeurs en réseau à guides d'onde pour étendre l'architecture d'un  
15 sélecteur de longueur d'onde conventionnel à une architecture comprenant plusieurs étages d'interrupteurs optiques entrelacés.

Le spectre optique entrant de type multiplex à répartition de fréquence est ainsi fractionné par un  
20 premier démultiplexeur à destination d'une pluralité d'étages entrelacés d'interrupteurs optiques qui permettent d'alimenter sélectivement plusieurs ports d'entrée d'un multiplexeur, lequel va alors utiliser ses propriétés de routage pour mettre en oeuvre les  
25 fonctions complexes exposées plus haut, à savoir l'extraction d'une ou plusieurs fréquences du multiplex d'entrée, le multiplexage à insertion et extraction de fréquence reconfigurable ou encore la commutation de fréquence reconfigurable.

30 L'invention concerne donc un dispositif d'extraction sélective de fréquence pour transmettre une ou plusieurs fréquences sélectionnées d'un signal d'entrée de type multiplex à répartition de fréquence constitué de N canaux sur un port de sortie du  
35 dispositif et toutes les autres fréquences sur un autre

port de sortie du dispositif, caractérisé en ce qu'il comprend :

- 5           - un démultiplexeur ayant au moins un port d'entrée et au moins N ports de sortie, et quel que soit i compris entre 1 et N, le port de sortie de rang i dudit démultiplexeur est prévu pour recevoir la fréquence correspondante de rang i dudit signal d'entrée,
- 10          - un multiplexeur ayant au moins N+1 ports d'entrée et au moins deux ports de sortie, quel que soit i compris entre 1 et N, le port d'entrée de rang i dudit multiplexeur est prévu pour adresser la fréquence de rang i dudit signal d'entrée au premier port de sortie
- 15          dudit multiplexeur et quel que soit i compris entre 2 et N+1, le port d'entrée de rang i dudit multiplexeur est prévu pour adresser la fréquence de rang i-1 dudit signal d'entrée au second port de sortie dudit multiplexeur, et
- 20          - des moyens de commutation optique pour connecter de façon sélective n'importe quel port de sortie de rang i dudit démultiplexeur, i étant compris entre 1 et N, soit au port d'entrée de rang i dudit multiplexeur, soit au
- 25          port d'entrée de rang i+1 dudit multiplexeur.

L'invention concerne aussi un dispositif de commutation 2x2 et de multiplexage à insertion et extraction de fréquence reconfigurable caractérisé en ce qu'il comprend :

- 30          - un démultiplexeur ayant au moins deux ports d'entrée pour recevoir deux multiplex à répartition de fréquence constitué de N canaux et au moins N+2 ports de sortie, quel que soit i compris entre 1 et N, le port de sortie de
- 35          rang i dudit démultiplexeur est prévu pour

recevoir la fréquence correspondante de rang  $i$  du premier multiplex reçu sur le premier port d'entrée et quel que soit  $i$  compris entre 3 et  $N+2$ , le port de sortie rang  $i$  dudit démultiplexeur est prévu pour recevoir la fréquence de rang  $i-2$  du second multiplex reçu sur le second port d'entrée,

- un multiplexeur ayant au moins  $N+1$  ports d'entrée et au moins deux ports de sortie, quel que soit  $i$  compris entre 1 et  $N$ , le port d'entrée de rang  $i$  dudit multiplexeur est prévu pour adresser la fréquence de rang  $i$  dudit signal d'entrée au premier port de sortie dudit multiplexeur et quel que soit  $i$  compris entre 2 et  $N+1$ , le port d'entrée de rang  $i$  dudit multiplexeur est prévu pour adresser la fréquence de rang  $i-1$  dudit signal d'entrée au second port de sortie dudit multiplexeur,

- des moyens de commutation optique pour connecter de façon sélective n'importe quel port de sortie de rang  $i$  dudit démultiplexeur, avec  $i$  compris entre 3 et  $N$ , soit au port d'entrée de rang  $i-1$  dudit multiplexeur, soit au port d'entrée de rang  $i$  dudit multiplexeur, soit au port d'entrée de rang  $i+1$  dudit multiplexeur, les ports de sortie de rang 1 et de rang 2 dudit démultiplexeur étant connectés chacun respectivement aux ports d'entrée de rang 1 et de rang 2 et aux ports d'entrée de rang 2 et de rang 3 dudit multiplexeur et les ports de sortie de rang  $N+1$  et  $N+2$  dudit démultiplexeur étant connectés chacun respectivement aux ports d'entrée de rang  $N$  et au port d'entrée de rang  $N+1$  dudit multiplex Mux.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention seront mieux comprises à la lecture de la description suivante d'un exemple de réalisation en référence aux figures dans lesquelles :

- 5       - la figure 1 est un schéma illustrant un dispositif multiplexeur à insertion et extraction de fréquences selon l'art antérieur et a déjà été décrite ci-dessus ;
- 10       - la figure 2 est un schéma illustrant un dispositif d'extraction sélective de fréquence selon la présente invention ;
- 15       - la figure 3 est un schéma illustrant le principe de fonctionnement du dispositif de commutation de fréquence reconfigurable et de multiplexage à insertion et extraction de fréquence reconfigurable selon la présente invention.

La figure 2 présente donc un exemple de fonctionnement du dispositif d'extraction selon l'invention.

Le dispositif montré à la figure 2 comprend un démultiplexeur 1x8 Demux et un multiplexeur 9x2 Mux utilisé en tant que routeur.

De façon avantageuse, le démultiplexeur Demux ainsi que le multiplexeur Mux peuvent être de type réseau à guides d'onde.

Les ports de sortie du démultiplexeur Demux, respectivement D1, D2, ..., D8 sont connectés aux ports d'entrée M1 à M9 du multiplexeur-routeur Mux par l'intermédiaire de deux étages entrelacés de commutation optique A et B.

Le premier étage A de commutation optique comprend huit interrupteurs optiques A1 à A8 et le deuxième étage B comprend lui aussi huit interrupteurs

optiques B1 à B8. Ces interrupteurs optiques peuvent par exemple être des amplificateurs optiques.

Un spectre optique de type multiplex à répartition de fréquence comprenant huit canaux f1 à f8 est démultiplexé par le démultiplexeur 1x8 Demux. Les fréquences f1 à f8 se retrouvent donc chacune respectivement sur les huit ports de sortie D1 à D8 du démultiplexeur Demux.

Chacun des ports de sortie du démultiplexeur Demux est divisé en deux bras qui adressent chacun l'un des deux étages de commutation optique A et B. Les deux bras de chacun des ports de sortie D1 à D8 du démultiplexeur Demux ne sont pas recombinaés vers un même port d'entrée du multiplexeur routeur Mux mais sont au contraire connectés à des ports d'entrée différents du multiplexeur routeur.

Ainsi, le port de sortie numéro un D1 de Demux est connecté, par l'intermédiaire de deux interrupteurs optiques A1 et B1 appartenant respectivement au premier étage A et au deuxième étage B d'interrupteurs optiques, d'une part, au port d'entrée numéro un M1 du multiplexeur routeur Mux et, d'autre part, au port d'entrée numéro deux M2 du multiplexeur routeur Mux.

De même, le deuxième port de sortie D2 du premier démultiplexeur Demux est connecté, par l'intermédiaire respectivement des interrupteurs optiques A2 et B2 d'une part, au port d'entrée numéro deux M2 du multiplexeur routeur et, d'autre part, au port d'entrée numéro trois M3 du multiplexeur routeur.

Et ainsi de suite, jusqu'au port de sortie D8 de Demux qui est connecté, par l'intermédiaire respectivement des interrupteurs optiques A8 et B8, d'une part au port d'entrée numéro huit M8 du multiplexeur routeur et, d'autre part, au port d'entrée numéro 9 M9 du multiplexeur routeur.

Les fréquences démultiplexées sont donc divisées puis transmises ou éliminées à travers les deux étages de commutation optique A et B et adressés sélectivement aux ports d'entrée consécutifs M1 à M9 du multiplexeur Mux.

Selon une propriété de routage particulière du multiplexeur routeur Mux, en considérant toutes les fréquences qui rentrent dans le multiplexeur routeur Mux avec la même configuration qu'en sortie du démultiplexeur Demux, c'est-à-dire la fréquence f1 adressée au port d'entrée M1 du multiplexeur, la fréquence f2 adressée au port d'entrée M2 du multiplexeur etc..., ces fréquences se retrouvent multiplexées sur le port de sortie central O1 du multiplexeur routeur Mux.

Par contre, en considérant les fréquences qui se trouvent décalées d'un port vers le bas à l'entrée du multiplexeur routeur Mux, c'est-à-dire la fréquence f1 adressée au port d'entrée numéro deux M2, la fréquence f2 adressée au port d'entrée numéro trois M3, ces fréquences se trouvent multiplexées un port de sortie plus haut, soit le port de sortie O2 du multiplexeur routeur Mux.

Sur l'exemple de la figure 2, dans l'étage de commutation optique A seul l'interrupteur A3 est fermé tandis que tous les autres A1, A2 et A4 à A8 sont ouverts.

Dans l'étage de commutation optique B, une configuration complémentaire à celle de l'étage A est mise en oeuvre, à savoir seul l'interrupteur B3 est ouvert et tous les autres B1, B2 et B4 à B8 sont fermés.

Les lignes en pointillés représentent les fréquences qui ont été éliminées.

Ainsi, dans la configuration particulière des interrupteurs optiques exposée ci-dessus, la fréquence  $f_3$  est extraite du spectre d'entrée constituée des fréquences  $f_1$  à  $f_8$ .

5        En conséquence, toutes les fréquences du spectre d'entrée, à l'exception de la fréquence  $f_3$ , sont transmises sur le même port de sortie O2 du dispositif, tandis que la fréquence extraite  $f_3$  est transmise sur l'autre port de sortie O1 du dispositif.

10       Il est également possible d'extraire plusieurs canaux du multiplex d'entrée pour les envoyer sur un même port de sortie en activant plusieurs interrupteurs optiques de l'étage A et en activant alors les interrupteurs optiques de l'étage B de façon  
15       complémentaire.

Ce résultat est obtenu grâce au principe de connexion particulier entre les ports de sortie D1 à D8 du premier démultiplexeur Demux et les interrupteurs de chacun des deux étages de commutation optique A et B,  
20       ainsi qu'aux propriétés de routage du multiplexeur routeur Mux.

En généralisant, soit  $N$  le nombre de canaux constituant le spectre d'entrée du dispositif. ( $N$  est pris égal à 8 dans l'exemple de la figure 2)

25       Le démultiplexeur à l'entrée du dispositif est un démultiplexeur  $1 \times N$  comprenant au moins un port d'entrée et au moins  $N$  port de sortie et le multiplexeur routeur disposé en sortie du dispositif est un multiplexeur  $(N+1) \times 2$  comprenant au moins  $N+1$  port d'entrée et au  
30       moins 2 ports de sorties.

Pour n'importe quel  $i$  compris entre 1 et  $N$ , le port de sortie de rang  $i$   $D_i$  du démultiplexeur Demux est prévu pour recevoir la fréquence correspondante de rang  $i$  du spectre d'entrée démultiplexé.

Pour n'importe quel  $i$  compris entre 1 et  $N$ , le port d'entrée de rang  $i$   $M_i$  du multiplexeur Mux est prévu pour adresser la fréquence de rang  $i$   $f_i$  du multiplex d'entrée à un premier port de sortie  $O_1$ , et  
5 pour n'importe quel  $i$  compris entre 2 et  $N+1$ , le port d'entrée de rang  $i$   $M_i$  du multiplexeur Mux est prévu pour adresser la fréquence de rang  $i-1$   $f_{i-1}$  à un second port de sortie  $O_2$ .

Des moyens de commutation optique, constitués des  
10 interrupteurs optiques  $A_i$  et  $B_i$ , permettent de connecter de façon sélective n'importe quel port de sortie de rang  $i$   $D_i$  du démultiplexeur Demux, avec  $i$  compris entre 1 et  $N$ , soit à un port d'entrée de rang  $i$   $M_i$  du multiplexeur Mux, soit à un port d'entrée de rang  
15  $i+1$   $M_{i+1}$  du multiplexeur Mux.

En effet, le port de sortie  $i$   $D_i$  de Demux est connecté d'une part, à l'interrupteur optique  $A_i$  du premier étage de commutation optique A et, d'autre part, à l'interrupteur optique  $B_i$  du second étage de  
20 commutation optique B. Les interrupteurs optiques  $A_i$  et  $B_{i-1}$  sont tous deux connectés au même port d'entrée de rang  $i$   $M_i$  du multiplexeur routeur Mux, l'interrupteur optique  $B_i$  étant alors connecté au port d'entrée de rang  $i+1$   $M_{i+1}$  du multiplexeur routeur Mux.

25 Les deux étages de commutation optique A et B sont configurés de façon complémentaire.

Ainsi, pour  $i$  et  $j$  compris entre 1 et  $N$ , le ou les interrupteurs optiques  $A_i$  sont fermés tandis que les interrupteurs optiques  $A_{j \neq i}$  sont ouverts, et le ou  
30 les interrupteurs optiques  $B_i$  sont alors ouverts tandis que les interrupteurs optiques  $B_{j \neq i}$  sont fermés.

Dans cette configuration, la ou les fréquences de rang  $i$   $f_i$  sont extraites et envoyées sur le premier port de sortie central  $O_1$  du dispositif. Quant aux  
35 autres fréquences de rang  $j$   $f_{j \neq i}$ , elles sont



multiplexées sur un autre port de sortie O2 du dispositif d'extraction sélective de fréquence.

Le dispositif d'extraction selon la présente invention ne nécessite aucun surdimensionnement.

5        En effet, pour un multiplex d'entrée constitué de N fréquences, le démultiplexeur d'entrée Demux est de type  $1 \times N$  et n'est donc pas surdimensionné, tandis que le multiplexeur routeur Mux de type  $(N+1) \times 1$  n'est surdimensionné que d'un seul canal.

10        L'architecture précédente en référence à la figure 2 peut être adaptée de façon à pouvoir mettre en oeuvre des opérations plus complexes, notamment le multiplexage à insertion et extraction de fréquence reconfigurable ou encore la commutation de fréquence  
15 reconfigurable. Cette adaptation est illustrée à la figure 3.

Le principe de fonctionnement du dispositif montré à la figure 3 est le même que celui du dispositif d'extraction sélective de fréquence selon la  
20 figure 2.

L'explication suivante est basée sur des signaux d'entrée de type multiplex à répartition de fréquence constitué de N canaux. Dans l'exemple de la figure 3, N est pris égal à 8.

25        Le dispositif comprend un premier démultiplexeur Demux' ayant au moins deux ports d'entrée I1 et I2 et au moins N+2 ports de sortie ainsi qu'un multiplexeur Mux' ayant au moins N+1 ports d'entrée et au moins deux ports de sortie O1 et O2.

30        Le démultiplexeur Demux' et le multiplexeur Mux' sont tous deux utilisés en tant que routeur. De préférence, le démultiplexeur et le multiplexeur mis en oeuvre sont de type réseau à guides d'onde.

Les ports de sortie du démultiplexeur,  
35 respectivement D1 à DN+2 sont connectés aux ports

d'entrée M1 à MN+1 du multiplexeur par l'intermédiaire de moyens de commutation optique.

A la différence de l'architecture précédente, les moyens de commutation optique comprennent trois étages entrelacés de commutation optique C, A et B et chaque  
5 étage de commutation optique comprend N interrupteurs optiques. Ces interrupteurs optiques peuvent par exemple être des amplificateurs optiques.

Un premier multiplex d'entrée à répartition de  
10 fréquence WDM1 constitué des fréquences f1 à fN (N=8) est reçu sur le port d'entrée I1 du démultiplexeur Demux'. Un deuxième multiplex WDM2 constitué des fréquences f1 à fN (N=8) est reçu sur le port d'entrée I2 du démultiplexeur Demux'.

15 Les deux multiplex WDM1 et WDM2 transportent des informations différentes mais qui sont codées sur les mêmes fréquences.

Ainsi, le multiplex WDM1 transporte les informations i1, i2, i3 etc... codées respectivement  
20 sur les fréquences f1, f2, f3, etc... et le multiplex WDM2 transporte les informations i'1, i'2, i'3, etc... codées respectivement sur les fréquences f1, f2, f3 etc...

Les multiplex WDM1 et WDM2 sont donc  
25 démultiplexés par le démultiplexeur Demux.

Pour i compris entre 1 et N, le port de sortie Di reçoit l'information codée sur la fréquence correspondante fi du premier multiplex WDM1.

Selon une propriété de routage particulière du  
30 démultiplexeur Demux', le deuxième multiplex WDM2 étant reçu deux ports d'entrée plus haut par rapport au port d'entrée central I1 du démultiplexeur Demux', il est démultiplexé deux ports de sortie plus bas.

Ainsi, pour  $i$  compris entre 3 et  $N+2$ , le port de sortie  $D_i$  reçoit la fréquence  $f_{i-2}$  du second multiplex WDM2 reçu sur le port d'entrée  $I_2$ .

La plupart des  $N+2$  ports de sortie du  
5 démultiplexeur Demux' est divisée en trois bras qui adressent chacun l'un des trois étages d'interrupteurs optiques C, A et B. Les trois bras ne sont pas recombinaison ensemble vers un même port d'entrée du multiplexeur Mux' mais sont au contraire connectés à  
10 des ports d'entrée différents du multiplexeur Mux'.

Pour  $i$  compris entre 3 et  $N$ , le port de sortie de rang  $i$   $D_i$  de Demux' est connecté à l'interrupteur optique  $C_{i-2}$ , à l'interrupteur optique  $A_i$  et à l'interrupteur optique  $B_i$ .

15 Les ports de sortie  $D_1$  et  $D_2$  sont divisés en deux bras et connectés respectivement aux interrupteurs optiques  $A_1$  et  $B_1$  et aux interrupteurs optiques  $A_2$  et  $B_2$ .

Quant aux ports de sortie  $D_{N+1}$  et  $D_{N+2}$ , ils sont  
20 simplement connectés aux interrupteurs optiques  $C_{N-1}$  et  $C_N$ .

Pour  $i$  compris entre 2 et  $N$ , les interrupteurs optiques  $A_i$ ,  $B_{i-1}$  et  $C_{i-1}$  sont connectés au même port d'entrée  $M_i$  du multiplexeur Mux'.

25 L'interrupteur optique  $A_1$  est lui connecté au port d'entrée  $M_1$  du multiplexeur et les interrupteurs optiques  $B_N$  et  $C_N$  ( $N=8$ ) sont connectés au port d'entrée  $M_{N+1}$  du multiplexeur.

Ainsi, pour  $i$  compris entre 3 et  $N$ , les moyens de  
30 commutation C, A et B permettent de connecter n'importe quel port de sortie de rang  $i$   $D_i$  du démultiplexeur Demux', au port d'entrée  $M_{i-1}$ , au port d'entrée  $M_i$  ou encore au port d'entrée  $M_{i+1}$  du multiplexeur Mux'.

Le port de sortie  $D_1$  du démultiplexeur est  
35 connecté aux ports d'entrée  $M_1$  et  $M_2$  du multiplexeur

par l'intermédiaire des interrupteurs optiques A1 et B1 et le port de sortie D2 est connecté aux ports d'entrée M2 et M3 du démultiplexeur par l'intermédiaire des interrupteurs optiques A2 et B2.

5            Enfin, le port de sortie DN+1 du démultiplexeur est connecté au port d'entrée MN du multiplexeur par l'intermédiaire de l'interrupteur CN-1 et le port de sortie DN+2 est connecté au port d'entrée MN+1 du multiplexeur par l'intermédiaire de l'interrupteur CN.

10           Les fréquences démultiplexées issues des deux multiplex d'entrée WDM1 et WDM2 sont donc divisées comme précédemment puis sont transmises ou éliminées à travers les trois étages de commutation optiques C, A et B en fonction de l'activation des différents  
15           interrupteurs optiques. Les fréquences sont alors adressées sélectivement aux ports d'entrée consécutifs M1 à MN+1 du multiplexeur Mux'.

             Toutes les fréquences ne sont pas représentées au niveau des ports d'entrée et de sortie du multiplexeur  
20           Mux' de façon à ne pas surcharger la figure.

             Le principe de routage mis en oeuvre par le démultiplexeur Mux' est le même que celui déjà expliqué en référence au schéma de la figure 2.

             Les interrupteurs optiques des différents étages  
25           C, A et B sont activés de la façon qui suit. Les étages de commutation optiques A et B sont configurés de façon complémentaire. Ainsi, pour i et j compris entre 1 et N, i étant égal à 4 et N égal à 8 dans l'exemple de la figure 3, l'interrupteur Ai est fermé et les  
30           interrupteurs Aj*≠*i sont ouverts tandis que l'interrupteur Bi est ouvert et les interrupteurs Bj*≠*i sont fermés. L'étage C est quant à lui configuré de la même façon que l'étage A.

             Dans cette configuration particulière  
35           correspondant à l'exemple de la figure 3, en

considérant d'abord le premier multiplex WDM1, l'information i4 codée sur la fréquence f4 est extraite et sort sur le premier port de sortie O1 du multiplexeur Mux' et toutes les autres informations i1, i2, i3, i5, i6, i7 et i8 codées respectivement sur les fréquences f1, f2, f3, f5, f6, f7 et f8 sont envoyées sur le second port de sortie plus haut O2 du multiplexeur.

Considérons maintenant le deuxième multiplex WDM2 reçu simultanément sur le port d'entrée I2 du démultiplexeur Demux'. L'information i'4 codée sur la fréquence f4 est insérée dans le spectre optique de sortie sur le port de sortie O2 du multiplexeur Mux'. En effet, comme l'information i'4 codée sur f4 rentre dans le démultiplexeur deux ports d'entrée plus haut par rapport au port d'entrée central I1, elle est routée deux ports de sortie plus bas au niveau des ports de sortie du démultiplexeur, soit à destination du port de sortie D6.

L'information i'4 codée sur f4 est alors adressée au port d'entrée M5 du multiplexeur par l'intermédiaire de l'activation de l'interrupteur optique C4. Par conséquent, l'information i'4 est routée un port de sortie plus haut par rapport au port de sortie central O1 du multiplexeur et est insérée dans le spectre optique de sortie au niveau du port de sortie O2.

Cette configuration particulière des trois étages de commutation optique permet donc de mettre en oeuvre l'extraction d'une information codée sur une certaine fréquence et l'insertion d'une autre information codée sur la même fréquence en utilisant un port d'entrée unique I1, un port dédié à l'insertion I2, un port de sortie O2 et enfin un port de sortie central dédié à l'extraction O1.

Dans notre exemple, l'information  $i_4$  codée sur la fréquence  $f_4$  est extraite du signal reçu sur le port d'entrée I1 du dispositif et envoyée sur le port d'extraction O1, tandis qu'une autre information  $i'_4$  codée sur la même fréquence  $f_4$  reçue sur le port d'insertion I2 est insérée dans le signal reçu sur le port de sortie O2 du dispositif.

Le dispositif de la figure 3 peut également mettre en oeuvre une fonction plus complète qui est la commutation de signaux 2x2 entre les ports d'entrée I1 et I2 et les ports de sortie O1 et O2 du dispositif.

Pour ce faire, il est nécessaire d'activer (c'est-à-dire mettre en position fermée) plusieurs interrupteurs optiques dans l'étage de commutation optique A et d'activer les interrupteurs optiques de l'étage C suivant la même configuration et simultanément d'activer les interrupteurs optiques de l'étage B de façon complémentaire par rapport aux étages C et A.

Le dispositif de commutation de fréquence 2x2 et de multiplexage à insertion et extraction de fréquence selon la présente invention est reconfigurable et permet un fonctionnement très rapide. En effet, l'utilisation d'interrupteurs optiques de type amplificateurs optiques permet de modifier la configuration de routage en moins de 5 nanosecondes.

De plus, les réseaux à guides d'onde utilisés ne sont pas surdimensionnés, il sont donc moins complexes et procurent un gain en taille important pour le dispositif selon l'invention par rapport aux solutions de l'art antérieur.

Enfin, le dispositif selon l'invention nécessite simplement un unique port d'insertion et un unique port d'extraction au lieu de prévoir autant de ports

d'insertion et d'extraction qu'il y a de fréquences  
devant être insérées ou extraites.

## R E V E N D I C A T I O N S

1. Dispositif d'extraction sélective de fréquence pour transmettre une ou plusieurs fréquences sélectionnées d'un signal d'entrée de type multiplex à répartition de fréquence (WDM) constitué de N canaux  
5 sur un port de sortie (O1) du dispositif et toutes les autres fréquences sur un autre port de sortie (O2), caractérisé en ce qu'il comprend :

- 10 - un démultiplexeur (Demux) ayant au moins un port d'entrée et au moins N ports de sortie, et quel que soit  $i$  compris entre 1 et N, le port de sortie de rang  $i$  ( $D_i$ ) dudit démultiplexeur (Demux) est prévu pour recevoir la fréquence correspondante de rang  $i$  ( $f_i$ ) dudit signal d'entrée (WDM),
- 15 - un multiplexeur (Mux) ayant au moins  $N+1$  ports d'entrée et au moins deux ports de sortie, (O1, O2), quel que soit  $i$  compris entre 1 et N, le port d'entrée de rang  $i$  ( $M_i$ ) dudit multiplexeur (Mux) est prévu pour adresser la fréquence de  
20 rang  $i$  ( $f_i$ ) dudit signal d'entrée (WDM) au premier port de sortie (O1) dudit multiplexeur et quel que soit  $i$  compris entre 2 et  $N+1$ , le port d'entrée de rang  $i$  ( $M_i$ ) dudit multiplexeur (Mux) est prévu pour adresser la fréquence de  
25 rang  $i-1$  ( $f_{i-1}$ ) dudit signal d'entrée (WDM) au second port de sortie (O2) dudit multiplexeur, et
- des moyens de commutation optique (A,B) pour connecter de façon sélective n'importe quel  
30 port de sortie de rang  $i$  ( $D_i$ ) dudit démultiplexeur (Demux),  $i$  étant compris entre 1 et N, soit au port d'entrée de rang  $i$  ( $M_i$ )



dudit multiplexeur (Mux), soit au port d'entrée de rang  $i+1$  ( $M_{i+1}$ ) dudit multiplexeur (Mux).

2. Dispositif de commutation  $2 \times 2$  et de multiplexage à insertion et extraction de fréquence reconfigurable caractérisé en ce qu'il comprend :

- un démultiplexeur (Demux') ayant au moins deux ports d'entrée ( $I_1$ ,  $I_2$ ) pour recevoir deux multiplex à répartition de fréquence constitué de  $N$  canaux ( $WDM_1$ ,  $WDM_2$ ) et au moins  $N+2$  ports de sortie, quel que soit  $i$  compris entre 1 et  $N$ , le port de sortie de rang  $i$  ( $D_i$ ) dudit démultiplexeur (Demux') est prévu pour recevoir la fréquence correspondante de rang  $i$  ( $f_i$ ) du premier multiplex ( $WDM_1$ ) reçu sur le premier port d'entrée ( $I_1$ ) et quel que soit  $i$  compris entre 3 et  $N+2$ , le port de sortie rang  $i$  ( $D_i$ ) dudit démultiplexeur (Demux') est prévu pour recevoir la fréquence de rang  $i-2$  ( $f_{i-2}$ ) du second multiplex ( $WDM_2$ ) reçu sur le second port d'entrée ( $I_2$ ),
- un multiplexeur (Mux') ayant au moins  $N+1$  ports d'entrée et au moins deux ports de sortie ( $O_1$ ,  $O_2$ ), quel que soit  $i$  compris entre 1 et  $N$ , le port d'entrée de rang  $i$  ( $M_i$ ) dudit multiplexeur (Mux) est prévu pour adresser la fréquence de rang  $i$  ( $f_i$ ) au premier port de sortie ( $O_1$ ) dudit multiplexeur et quelque soit  $i$  compris entre 2 et  $N+1$ , le port d'entrée de rang  $i$  ( $M_i$ ) dudit multiplexeur (Mux) est prévu pour adresser la fréquence de rang  $i-1$  ( $f_{i-1}$ ) au second port de sortie ( $O_2$ ) dudit multiplexeur,
- des moyens de commutation optique ( $C$ ,  $A$ ,  $B$ ) pour connecter de façon sélective n'importe

quel port de sortie de rang  $i$   $D_i$  dudit  
démultiplexeur ( $Demux'$ ), avec  $i$  compris entre 3  
et  $N$ , soit au port d'entrée de rang  $i-1$  ( $M_{i-1}$ )  
dudit multiplexeur ( $Mux'$ ), soit au port  
5 d'entrée de rang  $i$  ( $M_i$ ) dudit multiplexeur  
( $Mux'$ ), soit au port d'entrée de rang  $i+1$   
( $M_{i+1}$ ) dudit multiplexeur ( $Mux'$ ), les ports de  
sortie de rang 1 ( $D_1$ ) et de rang 2 ( $D_2$ ) dudit  
démultiplexeur ( $Demux'$ ) étant connectés chacun  
10 respectivement aux ports d'entrée de rang 1  
( $M_1$ ) et de rang 2 ( $M_2$ ) et aux ports d'entrée de  
rang 2 ( $M_2$ ) et de rang 3 ( $M_3$ ) dudit  
multiplexeur ( $Mux'$ ) et les ports de sortie de  
rang  $N+1$  ( $D_{N+1}$ ) et  $N+2$  ( $D_{N+2}$ ) dudit  
15 démultiplexeur ( $Demux'$ ) étant connectés chacun  
respectivement aux ports d'entrée de rang  $N$   
( $M_N$ ) et au port d'entrée de rang  $N+1$  ( $M_{N+1}$ )  
dudit multiplex  $Mux$ .

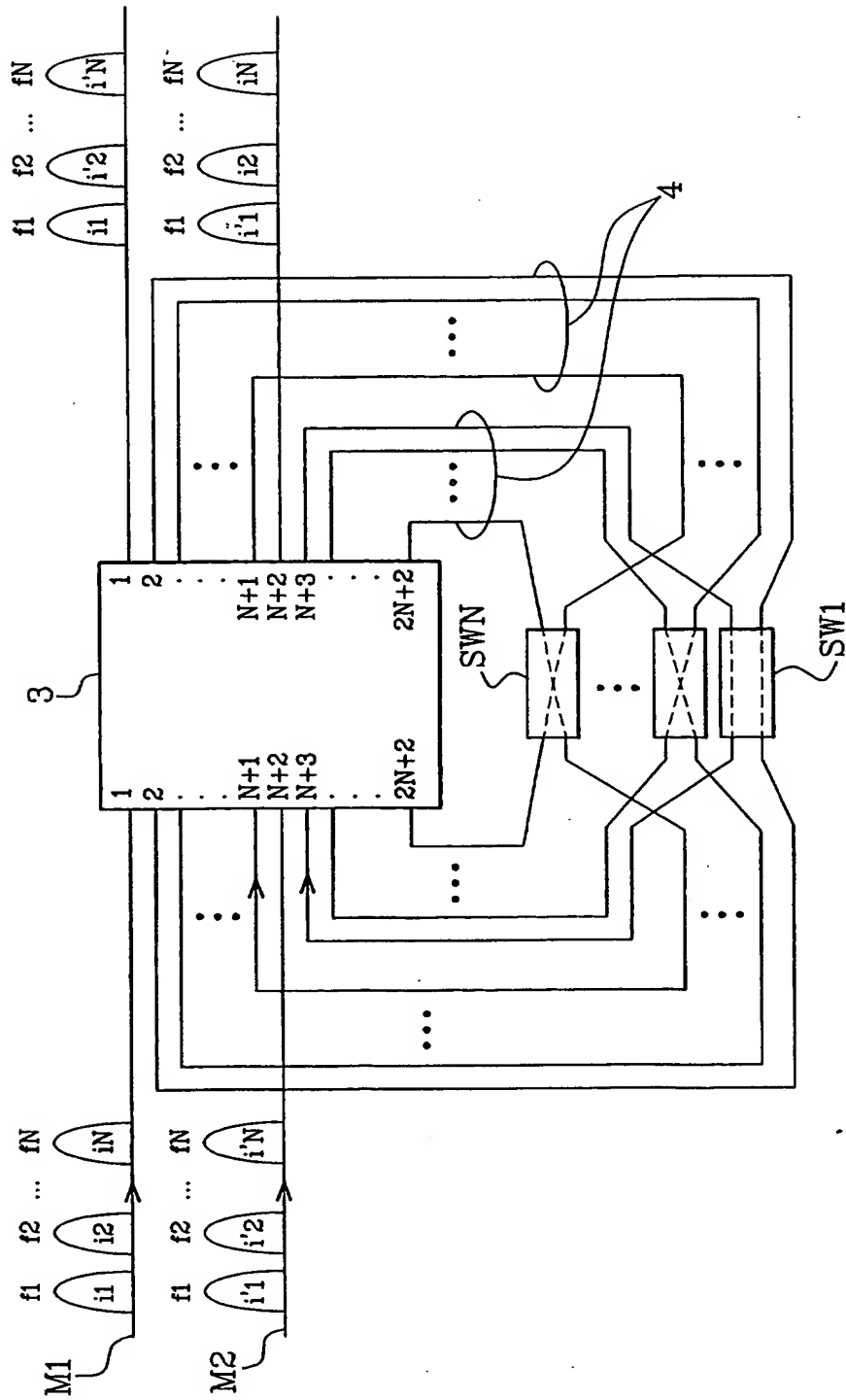
3. Dispositif selon la revendication 1 ou  
20 2, caractérisé en ce que le démultiplexeur  
( $Demux$ ,  $Demux'$ ) et le multiplexeur ( $Mux$ ,  $Mux'$ )  
mis en oeuvre sont tous deux de type réseau à  
guides d'onde.

4. Dispositif selon la revendication 1,  
25 caractérisé en ce que les moyens de commutation  
optique ( $A$ ,  $B$ ) comprennent deux étages entrelacés  
d'interrupteurs optiques ( $A_1$ , ...,  $A_N$  et  $B_1$ , ...,  
 $B_N$ ).

5. Dispositif selon la revendication 2,  
30 caractérisé en ce que les moyens de commutation  
optique ( $C$ ,  $A$ ,  $B$ ) comprennent trois étages  
entrelacés d'interrupteurs optiques ( $C_1$ , ...,  $C_N$ ,  
 $A_1$ , ...,  $A_N$  et  $B_1$ , ...,  $B_N$ ).

6. Dispositif selon la revendication 4 ou  
35 5, caractérisé en ce que les interrupteurs

optiques utilisés sont de type amplificateurs  
optiques.

Fig. 1

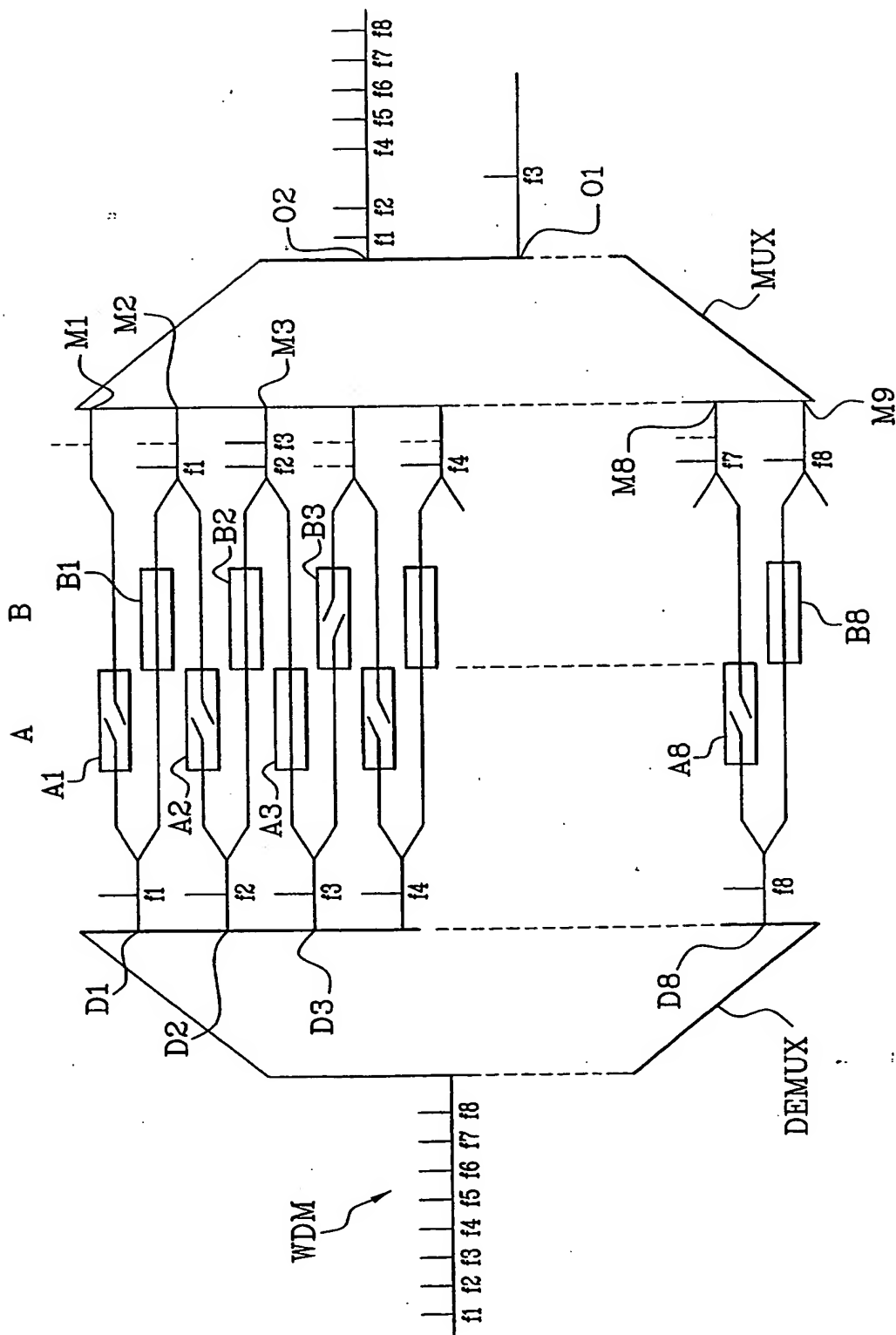
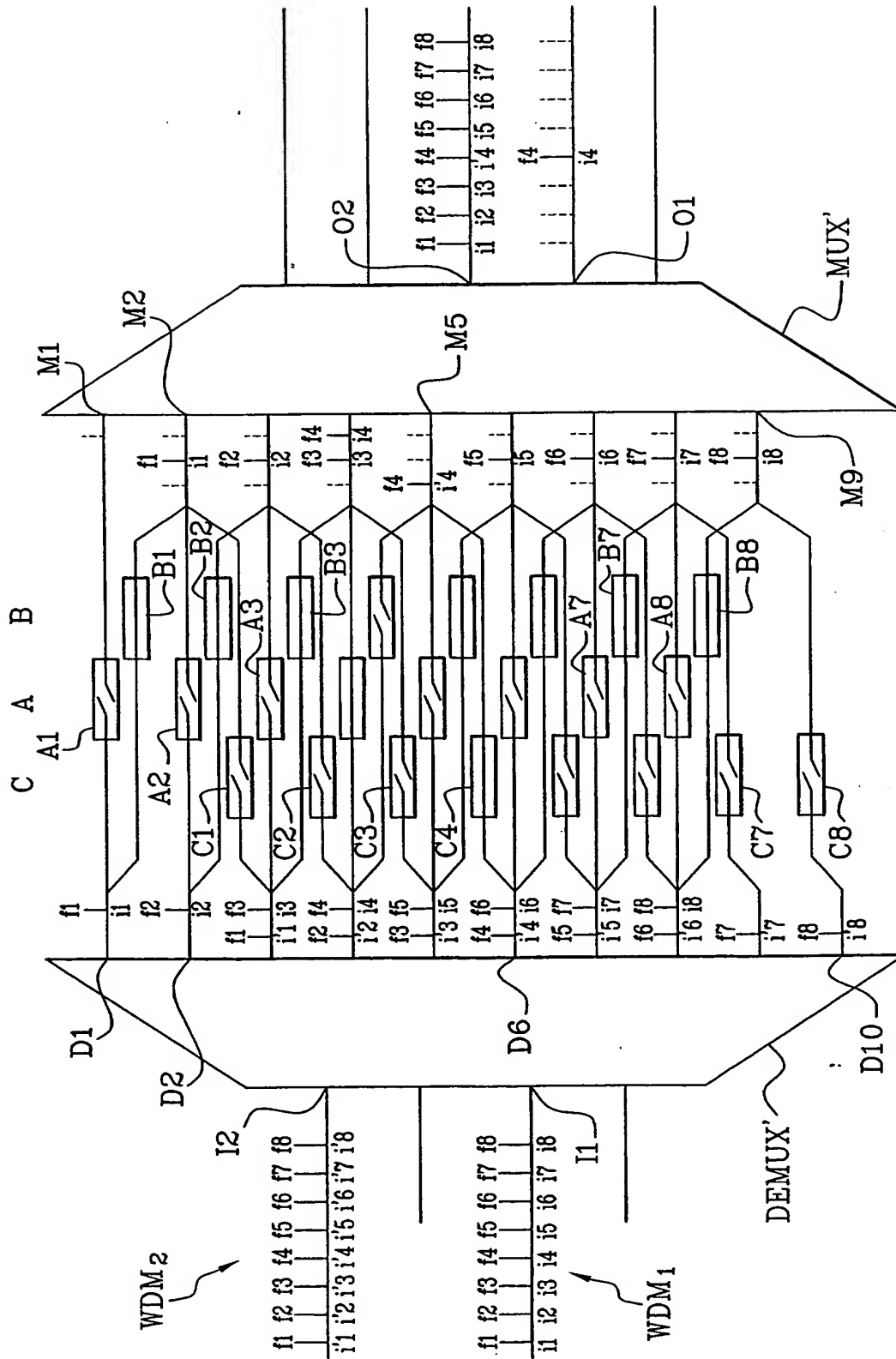


Fig. 2



**Fig. 3**

DÉPARTEMENT DES BREVETS

26 bis, rue de Saint Pétersbourg  
75800 Paris Cedex 08

Téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 93 59 30

DÉSIGNATION D'INVENTEUR(S) Page N° 1. / 1..

(Si le demandeur n'est pas l'inventeur ou l'unique inventeur)

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

08 113 W / 260899

Vos références pour ce dossier (facultatif)		015993 VG	
N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL		01 025 02	
TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum)			
DISPOSITIF D'EXTRACTION DE FREQUENCE.			
LE(S) DEMANDEUR(S) :			
ALCATEL 54, rue de la Boétie 75 008 PARIS FRANCE			
DESIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S) : (Indiquez en haut à droite «Page N° 1/1» S'il y a plus de trois inventeurs, utilisez un formulaire identique et numérotez chaque page en indiquant le nombre total de pages).			
Nom		KHALFALLAH	
Prénoms		Sabry	
Adresse	Rue	C/O Cabinet BALLOT 7, rue Le Sueur	
	Code postal et ville	75116	PARIS
Société d'appartenance (facultatif)			
Nom		PENNINCKX	
Prénoms		Denis	
Adresse	Rue	C/O Cabinet BALLOT 7, rue le Sueur	
	Code postal et ville	75116	PARIS
Société d'appartenance (facultatif)			
Nom			
Prénoms			
Adresse	Rue		
	Code postal et ville		
Société d'appartenance (facultatif)			
DATE ET SIGNATURE(S) DU (DES) DEMANDEUR(S) OU DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire) Paris, le 22 février 2001			
BALLOT Paul - 92-1009			

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**